

Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para tableros y productos de madera particulada

Introducción

Las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión¹. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial participan en un proyecto, estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad se aplican con arreglo a los requisitos de sus respectivas políticas y normas. Las presentes Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria deben usarse junto con el documento que contiene las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrece orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. Para proyectos complejos, puede que sea necesario utilizar diversas guías industriales-sectoriales. La lista completa de guías industriales-sectoriales puede consultarse en: <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

Las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología existente y a costos razonables. En lo que respecta a la posibilidad de aplicar estas guías a instalaciones ya existentes, podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas. La aplicación de las guías debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las

variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia. En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las guías, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. En caso de que, por las circunstancias particulares del proyecto, sea adecuado aplicar niveles o medidas menos rigurosos que los previstos en estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, la evaluación ambiental específica del emplazamiento deberá contener una justificación completa y detallada de las alternativas propuestas. Esta justificación debería probar que la elección de otros niveles alternativos de desempeño protege la salud humana y el medio ambiente.

Aplicabilidad

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para tableros y productos de madera particulada se aplican a la fabricación de tableros y productos de madera particulada tales como madera conglomerada, tableros de virutas orientadas (OSB, por sus siglas en inglés), tableros de fibra de densidad media (MDF, por sus siglas en inglés), maderas contrachapadas, y productos colados y laminados. También se aplican a las plantas que fabrican tableros con otras materias primas tales como bagazo de caña de azúcar, paja y lino. Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para los aserraderos y para la fabricación de productos de madera como, por ejemplo, el mobiliario. Las **guías sobre medio**

ambiente, salud y seguridad para el Manejo Forestal tratan sobre el cultivo, la recolección y el transporte de madera en este sector. El Anexo A contiene un resumen de las actividades de la industria. Este documento está dividido en las siguientes secciones:

Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria
Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño
Sección 3.0: Referencias y fuentes adicionales
Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas a la producción de cultivos anuales, así como recomendaciones para su manejo. Por otra parte, en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones para el manejo de las cuestiones de este tipo que son comunes a la mayoría de los grandes establecimientos industriales durante las etapas de construcción y de desmantelamiento.

1.1 Medio ambiente

Los problemas ambientales asociados con la fabricación de tableros y productos de madera particulada incluyen:

- Prácticas forestales sostenibles
- Emisiones a la atmósfera
- Aguas residuales
- Materiales peligrosos
- Residuos sólidos
- Ruido

Prácticas forestales sostenibles

Cuando se utilizan troncos en vez de residuos de madera como fuente de fibra (en particular, para la madera conglomerada y los OSB), el principal impacto ambiental de la fabricación atañe al manejo de los recursos forestales. Las cuestiones relativas a las prácticas forestales sostenibles se describen en las **Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para el Manejo Forestal**. Este tipo de impactos puede reducirse mediante un mayor uso de fibras recicladas o recuperadas en la fabricación de tableros.

Emisiones a la atmósfera

Los procesos de producción de tableros y productos de madera particulada pueden generar una amplia gama de emisiones a la atmósfera, dependiendo del método empleado. Los contaminantes derivados de los procesos de combustión incluyen materia en partículas (MP), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y óxidos de azufre (SO_x) generados por calderas radiantes, generadores de aire caliente y calentadores de fluidos térmicos. Los aldehídos (incluido el formaldehído) y otros compuestos orgánicos volátiles (COV) se liberan al calentarse la madera en secadores de partículas, secadores y prensas de chapado de madera y al enfriarse los tableros prensados. También se liberan COV durante la fabricación y aplicación de revestimientos decorativos para tableros. El polvo de madera se genera durante las operaciones mecánicas tales como el astillado y clasificación de astillas, y del cortado y lijado de tableros prensados. La fabricación de tableros es extremadamente intensiva en términos de energía. Cuando los sistemas de energía se basan en combustibles fósiles en lugar de en residuos de madera, estas plantas pueden emitir un volumen considerable de gases de efecto invernadero.

A continuación se describen las recomendaciones dirigidas a prevenir, minimizar y controlar las emisiones a la atmósfera.

Productos de la combustión

Las emisiones a la atmósfera procedentes de sistemas autónomos de calefacción como los calentadores de fluidos térmicos o las calderas de vapor, deben controlarse de acuerdo con las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Cuando las necesidades térmicas de una planta se basan en generadores de gas caliente (normalmente encendidos con residuos de madera) que calientan los fluidos térmicos para la prensa y proporcionan gases calientes para los secadores de partículas, el control de las emisiones de los

productos de combustión debe combinarse con el control de los COV y los aldehídos que se describen a continuación.

Secadores de fibra, partículas y contrachapado de madera

Las emisiones a la atmósfera procedentes de los secadores contienen humedad y COV evaporados de la madera. Por lo general, los secadores se calientan directamente con los gases calientes emitidos por un generador de gas caliente que funciona mediante la quema de productos madereros y/o combustibles fósiles y contienen contaminantes derivados de la combustión de madera. El control de dichas emisiones durante la fabricación de tableros OSB y tableros de partículas se realiza gracias al paso de los gases de escape del secador por un precipitador electrostático húmedo. Sin embargo, los colectores centrífugos se utilizan más frecuentemente en la fabricación de MDF. Las chimeneas deben diseñarse de acuerdo con una Buena Práctica de Ingeniería (BPI), descrita en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Prensas

Las prensas de tableros deben estar cubiertas. El aire recuperado alrededor de estas prensas, que por lo general contendrá formaldehído, un componente de muchas de las resinas empleadas en la producción de tableros, debe conducirse hasta la caldera para emplearse como aire de combustión, destruyendo así el formaldehído o bien hacia dispositivos de control tales precipitadores electrostáticos (ESP) secos o húmedos o lavadores húmedos. Las emisiones de formaldehído deben reducirse en origen limitando la temperatura de la prensa al nivel mínimo permitido y empleando resinas que minimicen el exceso de formaldehído. Las emisiones generadas por los refrigeradores de tableros se ventilan normalmente en la atmósfera sin aplicarse controles secundarios.

Polvo

Muchos de los procesos que se llevan a cabo durante la fabricación de tableros pueden crear polvo, ya sea polvo molesto, polvo de madera o contaminantes procedentes de la superficie de la madera. El polvo puede generarse durante el proceso en el patio donde se encuentran los troncos y durante actividades tales como el manejo de los troncos, el astillado de troncos y materiales reciclados, la supervisión de astillas, el desbarbado de la chapa y el despliegue de las materias particuladas antes de prensarse. Después del prensado, el polvo se genera en las actividades de corte longitudinal de los tableros prensados, retestado, perfilado de las piezas, corte a medida y lijado.

Las medidas recomendadas para prevenir, minimizar y controlar las emisiones de polvo incluyen:

- la adopción de medidas tales como cortavientos, pulverizadores o aglutinantes para minimizar las emisiones de polvo cuando sea inevitable el uso de escombreras al aire libre
- el manejo de astillas y partículas empleando medios neumáticos en lugar de transportadores abiertos o el transporte a granel. En caso de emplearse transportadores, éstos deberán estar perfectamente cerrados, especialmente en los cambios de altura
- Cerramiento de las zonas de almacenamiento de astillas
- Suministro de sistemas de control de polvo en zonas identificadas por su alto potencial para la generación de polvo (clasificación de astillas, formación de la estera, y zonas de serrado y lijado). Los sistemas de extracción deben llegar hasta un filtro de bolsa o colector centrifugado, dependiendo de los requisitos específicos del emplazamiento, y revisarse de forma periódica para identificar y eliminar obstrucciones que puedan impedir la efectiva eliminación de polvo.

Gases de efecto invernadero

Las serrerías donde se fabrican tableros son intensivas en términos de energía. Utilizan energía mecánica para llevar a cabo la descomposición, clasificación y transporte de los materiales, y registran una elevada demanda de calor, especialmente para el secado de fibra, partículas y chapas de madera, aunque también para el prensado. Además de las recomendaciones para el manejo de los gases de efecto invernadero descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, deben tenerse en cuenta las siguientes medidas posibles para mejorar la eficiencia energética:

- En las plantas (calderas y calentadores de fluidos térmicos), se adoptarán las técnicas generales de eficiencia energética descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**
- El uso de electricidad puede reducirse en origen mediante el diseño de nuevas plantas para minimizar las distancias de transferencia entre las distintas fases de proceso y ajustando el ventilador mediante inversores de velocidad variable en lugar de con el mando del regulador cuando haya que ajustar el volumen específico de aire (por ejemplo, en los clasificadores de astillas, en la transferencia de partículas y en los ventiladores de aire de combustión);
- La energía empleada durante el secado puede reducirse mediante el uso de materias primas relativamente secas (por ejemplo, residuos de madera reciclados en la fabricación de tableros de madera particulada), maximizando así el contacto entre el aire de secado y las partículas en los secadores mediante el uso de un secador de triple pase o la recirculación parcial de aire caliente y seco de los escapes de los secadores y reduciendo al mínimo la temperatura de secado tanto como sea posible

- Las serrerías registran una elevada demanda de calor y potencia y funcionan durante largos períodos de tiempo, a menudo sin presentar variaciones significativas en la demanda de calor o electricidad. Estas condiciones operativas pueden contribuir al éxito de proyectos de cogeneración (combinando calor y electricidad). La cogeneración con turbina de gas se adapta especialmente bien a la fabricación de MDF. La potencia eléctrica de la turbina satisface en buena medida las demandas del proceso siempre que el tamaño de la turbina permita que su potencia calorífica satisfaga la carga de secado de fibra;
- El residuo de madera producido durante el proceso debe quemarse en el emplazamiento para satisfacer la demanda de calor (y electricidad) del proceso. Estos residuos incluyen corteza (siempre que existe una fase de descortezado), serrín y polvo de lijado, mientras que algunas plantas compran residuo de madera para utilizarlo como combustible que genera emisiones neutras de carbono. En las plantas de MDF que emplean la cogeneración, la quema de residuo de madera puede normalmente satisfacer las necesidades caloríficas del prensado y laminado de tableros.

Aguas residuales

Aguas residuales de procesos industriales

Los aserraderos que se dedican a la fabricación de tableros y productos de madera particulada pueden incluir operaciones intensivas en términos de agua, incluido el lavado de astillas, la vaporización y ablandamiento de las astillas durante la producción de MDF y el agua empleada en los precipitadores electrostáticos de humedad primarios (WESP, por sus siglas en inglés). Especialmente, aunque no de forma exclusiva, durante la fabricación de MDF puede procederse al lavado de astillas antes del procesamiento aguas abajo, principalmente para eliminar los residuos terrestres que puedan provocar un

desgaste prematuro de la maquinaria. Este agua de lavado puede contener altas cantidades de sedimentos y lixiviado procedentes de las astillas de madera y deberá tratarse mediante la sedimentación y, cuando sea necesario, el filtrado, descritos a continuación en el apartado titulado “Tratamiento de aguas residuales de proceso”, para luego reciclarla durante el proceso.

Asimismo, durante la fabricación de MDF, los efluentes derivados de la vaporización y ablandamiento de las astillas previas a la fase de refinado pueden reutilizarse en el proceso después de su tratamiento mediante sistemas de filtración por membrana.

El agua de lavado del WESP se limpia normalmente empleando un sistema de decantación antes de reutilizarse en el WESP.

El volumen de efluentes derivado del lavado de astillas, de la fabricación de MDF y de los WESP debe minimizarse mediante las técnicas de reciclados descritas anteriormente. El resto de los efluentes que se genera durante los procesos de fabricación de tableros es menor. El agua se transporta desde los procesos húmedos con astillas o fibras de madera y acaba por abandonar el emplazamiento mediante su evaporación en el secador.

Durante la fabricación de madera de contrachapado, los troncos de madera se sumergen en agua caliente antes del descortezado. Estos estanques de inmersión suelen calentarse mediante vapor de agua, y el calentamiento se realiza mediante inyección directa en el estanque. Las sustancias químicas tóxicas presentes en la madera (como los taninos, fenoles, resinas y ácidos grasos) se lixivian en estos estanques. Por lo general, el lixiviado tiene una elevada DOB (150 -5000 mg/l) y DOQ (750 – 7500 mg/l). Estas mismas sustancias químicas suelen asimismo a lixiviarse desde las zonas de almacenamiento de los troncos y astillas de madera. Tales

zonas están expuestas a las aguas pluviales y se pueden irrigar para controlar el polvo.

Se recomiendan las siguientes técnicas para prevenir y controlar el lixiviado:

- Los estanques de inmersión de los troncos empleados en la fabricación de madera de contrachapado deben estar revestidos para evitar la filtración de lixiviado en las aguas subterráneas
- Las zonas de almacenamiento de troncos y astillas deben contar con superficies impermeables y bordes de contención de descargas, canalizándose la escorrentía proveniente de dichas zonas hacia la planta de tratamiento de aguas residuales
- Se reciclará el agua de riego del patio en que se almacenan los troncos.

Tratamiento de aguas residuales de procesos

Las técnicas empleadas en el tratamiento de aguas residuales de procesos industriales en el sector incluyen: la separación de sólidos flotantes como la madera fina por medio de Flotación por Aire Disuelto (FAD); la filtración mediante la separación de sólidos filtrables; la equalización de flujo y carga; la sedimentación para reducir los sólidos en suspensión mediante el uso de clarificadores; el tratamiento biológico dirigido a reducir la materia orgánica soluble (DOB); la deshidratación y eliminación de residuos en vertederos de residuos especificados. Puede ser necesario recurrir a controles de ingeniería adicionales para (i) la eliminación avanzada de metales mediante el uso de filtración por membrana y otras tecnologías de tratamiento físico/químico, (ii) la eliminación de sustancias orgánicas recalcitrantes mediante el empleo de carbón activado u oxidación química avanzada y (iii) la reducción de la toxicidad de los efluentes mediante la

tecnología adecuada (por ejemplo, ósmosis inversa, intercambio iónico, carbón activado, etc.).

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se explica el manejo de aguas residuales industriales y se ofrecen ejemplos de enfoques para su tratamiento. Mediante el uso de estas tecnologías y técnicas recomendadas para la gestión de aguas residuales, los establecimientos deberían cumplir con los valores para la descarga de aguas residuales que se indican en el cuadro correspondiente de la Sección 2 del presente documento para la industria gráfica.

Consumo de agua y otras corrientes de aguas residuales

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se dan orientaciones sobre el manejo de aguas residuales no contaminadas procedentes de operaciones de servicios públicos, aguas pluviales no contaminadas y aguas de alcantarillado. Las corrientes contaminadas deberían desviarse hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales de procesos industriales. Las recomendaciones para reducir el consumo de agua, especialmente en aquellos sitios donde pueda ser un recurso natural escaso, se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Materiales peligrosos

Los tableros y productos de madera particulada pueden requerir el uso de grandes cantidades de resinas durante el proceso de fabricación. Estas resinas pueden contener distintos compuestos tóxicos. El formaldehído es un componente frecuente de estas resinas, aunque el producto final podría contener otros agentes tóxicos, como plaguicidas y fungicidas. Estos químicos constituyen un posible peligro en caso de vertido, así como un peligro para la higiene y la seguridad en el trabajo en caso de no manejarse adecuadamente. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**

contienen recomendaciones para el uso, manipulación y almacenamiento seguro de materiales peligrosos.

Residuos sólidos

Los residuos sólidos en este sector incluyen residuo de madera (por ejemplo, virutas), residuos derivados de los procesos de tratamiento del agua y ceniza¹ resultante de la combustión de residuos de madera.

Para reducir al mínimo y controlar los residuos generados:

- Se almacenará la ceniza en zonas contenidas y resistentes al viento hasta que se haya enfriado por completo. Podrá devolverse la ceniza al bosque o algún otro emplazamiento para añadirse al suelo como fertilizante y enmienda una vez evaluados sus posibles impactos sobre el suelo y las aguas subterráneas en base de la composición de la ceniza²
- Se reducirá al mínimo el volumen de virutas controlando las dimensiones de los tableros prensados y reduciendo al mínimo de forma gradual los márgenes de corte. Las virutas sobrantes pueden reciclarse como fibra en la fabricación de los tableros de partículas, emplearse como alma de tablero o quemarse en la planta de quemado de residuos de madera
- Los residuos sólidos procedentes de los procesos de tratamiento del agua, incluidos los lodos captados por el WESP, deben quemarse siempre que se adopte el adecuado control de aire contaminado, o bien eliminarse como si se tratara de residuos peligrosos, tal y como describen las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

¹ La combustión del residuo de madera en una fábrica de tableros de grandes dimensiones genera grandes cantidades de ceniza. Si esta ceniza no se almacena adecuadamente y de forma inmediata después de retirarse de incineradores y hornos, constituirá un grave riesgo de incendio, dado su escaso peso y la facilidad con que el viento puede desplazar las brasas.

² La ceniza resultante de la quema de virutas laminadas/encoladas/impregnadas debe recogerse y comprobarse la presencia de contaminantes orgánicos e inorgánicos.

Ruido

Las plantas dedicadas a la fabricación de tableros y productos de madera particulada generan un volumen significativo de ruido provocado por los tambores descortezadores y la maquinaria de astillado (causante de la mayor parte del ruido), los procesos de descomposición mecánica empleados para el madera en bruto y la maquinaria de lijado y corte.

Se recomiendan las siguientes medidas para prevenir, reducir al mínimo y controlar el ruido:

- El descortezado y el astillado se realizarán en edificios cerrados
- La maquinaria generadora de ruido debe ser sometida a un mantenimiento periódico, de acuerdo con las especificaciones del fabricante
- El emplazamiento de las instalaciones de manipulación de los troncos facilitará la minimización de ruido
- Se instalarán cuando sea necesario taludes reductores del ruido o pantallas reflectoras de sonido.

1.2 Guía sobre higiene y seguridad en el trabajo

Los riesgos que la construcción de plantas de fabricación de tableros y productos de madera particulada entrañan para la higiene y la seguridad en el trabajo son similares a los que se producen en la mayoría de las instalaciones industriales; su prevención y control se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Los riesgos para la higiene y la seguridad en el trabajo en las operaciones de fabricación de tableros y productos de madera particulada incluyen principalmente:

- Riesgos físicos
- Exposición al ruido
- Inhalación de polvo

- Exposición a sustancias químicas
- Explosiones / incendios

Riesgos físicos

Las lesiones más graves en este sector se producen por lo general como consecuencia de fallos en los sistemas de bloqueo – desconexión. Las **guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** describen estrictos procedimientos de bloqueo – desconexión que deberán implementarse y practicarse con regularidad.

Seguridad de la maquinaria

Casi todas las plantas de procesamiento de tableros y productos de madera particulada disponen de equipos de corte, como son astilladoras, serrerías, molinos aplastadores, sierras y sistemas de lijado. Además, los trabajadores pueden quedar atrapados en algunas de las máquinas empleadas, como las prensas de abertura múltiple y los sistemas de propulsión. A menudo, las lesiones provocadas por este tipo de maquinaria pueden provocar la pérdida de extremidades y dedos. Los accidentes se producen con frecuencia las máquinas se encienden accidentalmente durante las labores de mantenimiento y limpieza.

Las medidas recomendadas para prevenir y controlar las lesiones asociadas con los equipos de corte incluyen:

- La instalación de dispositivos de seguridad en los equipos de corte para impedir el acceso a las cizallas móviles
- La capacitación de todos los trabajadores en el uso seguro de los equipos de corte
- La instalación de dispositivos de seguridad en las astilladoras para impedir la inserción de cualquier parte del cuerpo

- La adecuada protección de todos los equipos de corte para impedir la expulsión de fragmentos de cizalla en caso de rotura de la misma
- La protección de mecanismos de accionamiento, cadenas, cintas y rodillos móviles

Actividades de manejo de los troncos

Los troncos suelen descargarse de vagones de tren o camiones pesados y apilarse con máquinas antes de ser trasladados a los transportadores de troncos hasta los descortezadores y astilladores. Son frecuentes las lesiones ocasionadas por los movimientos de vehículos en los patios en que se apilan los troncos, además de las lesiones provocadas por troncos que ruedan y caen de los equipos de manipulación o troncos que se caen de las pilas de troncos.

Se recomiendan las siguientes medidas para prevenir, reducir al mínimo y controlar las lesiones que puedan producirse en los patios de apilado de los troncos³:

- La mecanización completa de las actividades en el patio de apilado de los troncos puede reducir el contacto humano con los troncos durante las actividades de manejo y apilado
- Las rutas de transporte dentro de los patios de apilado de los troncos deben estar claramente demarcadas y el movimiento de vehículos estrechamente controlado
- Los patios de apilado de los troncos no deben sobrepasar la altura definida como segura en las evaluaciones de riesgo, que tendrán en cuenta las circunstancias específicas del emplazamiento, incluyendo el método de apilado

- Se restringirá el acceso a los patios de apilado de los troncos al personal autorizado
- Las plataformas de carga de los troncos deben disponer de topes, cadenas y otros dispositivos de seguridad para impedir que los troncos se deslicen y caigan de la plataforma
- Se formará a los trabajadores en procedimientos de trabajo seguro en las zonas de apilado y carga de troncos, incluyendo la prevención de caídas de troncos y la planificación de rutas de escape
- Se equipará a los trabajadores con botas protectoras con punta de acero, cascos, chaquetas de alta visibilidad, protección ocular y guantes
- Los equipos móviles deben disponer de alarmas de marcha atrás audibles

Quemaduras

En muchas fábricas de tableros existe el riesgo de sufrir lesiones graves provocadas por el vapor de agua, el aceite caliente y la maquinaria caliente, que pueden producirse por contacto accidental con superficies calientes y por el vertido accidental de sustancias calientes en el lugar de trabajo. Las medidas recomendadas para prevenir y controlar las lesiones ocasionadas por las tuberías de vapor y otros materiales calientes incluyen:

- El aislamiento y la inspección periódica de todas las tuberías de vapor y fluidos térmicos
- Dirigir los respiraderos de vapor y las válvulas de seguridad lejos de las zonas de acceso de trabajadores
- El manejo automatizado de licores caliente o resinas
- La supervisión de todos los puntos de altas temperaturas en las prensas para evitar el acceso de cualquier parte del cuerpo

³ Ver técnicas específicas para la recepción y el manejo de troncos en US OSHA (2003), disponible: <http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/receive.html> y <http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/convey.html>

Ruido

La maquinaria empleada en la mayor parte de las operaciones de laminado y serrado emite niveles de ruido que pueden resultar nocivos para el oído. En muchos casos, incluso la exposición durante un período relativamente breve de tiempo puede resultar en la pérdida permanente de audición. Se utilizarán los métodos de reducción de ruido descritos en el apartado de Medio ambiente del presente documento, proporcionándose equipos de protección auditiva en caso de fracasar las medidas de reducción de niveles de ruido por debajo de los 85 dB(A). La protección auditiva será necesaria en la proximidad del astillador, las fresadoras y zonas de clasificación de astillas, así como en la caldera.

Polvo

La inhalación de polvo de madera, especialmente de PM₁₀, puede provocar irritación, asma, reacciones alérgicas y cáncer nasofaríngeo en los trabajadores dedicados al procesamiento de la madera. El polvo derivado de ciertas fibras alternativas empleadas en el procesamiento de tableros tiene efectos específicos para la salud que resultan en enfermedades laborales específicas. Por ejemplo, la bagazosis es el resultado de una reacción alérgica a las esporas de los actinomicetos presentes en la caña de azúcar mohosa, y las partículas de algodón o lino provocan bisinosis. Ambas afecciones pueden causar la incapacidad permanente o la muerte de los trabajadores. El polvo de melamina empleado en la laminación puede actuar como cancerígeno y provocar irritaciones en los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Debe prevenirse y controlarse la exposición al polvo mediante la adopción y mantenimiento de los sistemas eficaces de extracción y filtración⁴ descritos en la sección sobre Medio Ambiente y complementados con el uso de Equipos de Protección Personal

(EPP), como son mascarillas y respiradores, cuando sea necesario.

Sustancias químicas

Las resinas y pegamentos basados en formaldehído se emplean como agente fijador y pueden incrementar la exposición a los vapores de formaldehído. Durante el secado o prensado de la madera a temperaturas elevadas, se emiten con frecuencia compuestos volátiles de madera. La exposición a estas sustancias químicas debe controlarse adoptando las medidas descritas anteriormente en la sección sobre Medio Ambiente, además de las orientaciones recogidas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

El adhesivo de difenil isocianato de **metileno** (MDI) se emplea a menudo en la fabricación de tableros OSB. La inhalación de dicho compuesto puede provocar graves lesiones respiratorias y exige adoptar precauciones especiales para su uso especificadas por los suministradores responsables de este material.

Incendios y explosiones

Las explosiones pueden suponer graves riesgos en las zonas que registran la presencia de grandes cantidades de polvo de combustible finamente dividido. El riesgo es especialmente elevado en aquellas fábricas que realizan el secado de astillas o virutas a altas temperaturas mezcladas con resinas o ceras, y en los sistemas de control de polvo diseñados para eliminar la arena seca y el serrín. Los conductos empleados para la extracción de humos procedentes de la zona de prensado pueden revestirse de material combustible y constituir a su vez un riesgo de incendio. El riesgo de explosiones debe reducirse al mínimo mediante la aplicación de medidas para prevenir y controlar las acumulaciones de polvo, descritas en la sección sobre Medio ambiente del presente documento. Además, las medidas dirigidas a prevenir y controlar los riesgos de incendio y explosiones deben incluir:

⁴ Pueden consultarse controles de ventilación de escapes locales para diversos tipos de máquinas y equipos en la Oficina de Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos. Disponible en: <http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/dust.html>.

- Servicios de mantenimiento periódicos que garanticen la remoción del polvo en la instalación, incluida una purga o vaciado de toda la instalación (por ejemplo, cambios de las cubiertas) cada dos años
- Utilizar paredes ligeras de protección frente a explosiones en todos los equipos que manejen polvo, los secadores y los edificios
- Instalar y mantener de forma periódica de sistemas de detección de chispas y aspersión intensa en los equipos de secado y control de polvo
- Eliminar todas las posibles causas de ignición en el lugar de trabajo, incluidas:
 - ▶ El uso de equipos eléctricos clasificados al menos como IP64
 - ▶ La eliminación de llamas desnudas tales como quemadores de llama, sopletes de soldar o sopletes de corte, cerillas, mecheros y calefactores
 - ▶ Controlar las superficies calientes como son los motores de combustión interna en funcionamiento, chispas por fricción, cables calientes, metales incandescentes y cojinetes sobrecalentados
 - ▶ Controlar los equipos portátiles a pilas, como por ejemplo radios, teléfonos móviles, etc.
 - ▶ Fomentar el manejo seguro de ciertas sustancias químicas, como por ejemplo los productos de endurecimiento con peróxido, que pueden autocalentarse o provocar una combustión espontánea
 - ▶ Instalar sistemas de puesta a tierra para los transportadores y sistemas de control de polvo con el fin de evitar la descarga de electricidad estática
- Los trabajadores deben recibir formación en procedimientos de evacuación de emergencia y técnicas de extinción de incendios en primera línea de ataque.

1.3 Higiene y seguridad en la comunidad

Los impactos en la higiene y seguridad de la comunidad durante la construcción de las plantas de fabricación de tableros y productos de madera particulada son comunes a los de la mayoría de las demás instalaciones industriales y se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Los problemas de higiene y seguridad comunitaria asociados con los aserraderos de tablas incluyen principalmente la exposición al polvo y a otras emisiones a la atmósfera y el ruido. Los operarios deben asegurarse de que las técnicas destinadas a mitigar los impactos descritos en la sección sobre Medio ambiente garanticen la ausencia de impactos negativos para la comunidad.

2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño

2.1 Medio ambiente

Guías sobre emisiones y efluentes

En los Cuadros 1 y 2 se presentan las guías sobre emisiones y efluentes para este sector. Las cantidades correspondientes a las emisiones y efluentes de los procesos industriales en este sector son indicativas de las prácticas internacionales recomendadas para la industria, reflejadas en las normas correspondientes de los países que cuentan con marcos normativos reconocidos. Dichas cantidades pueden alcanzarse en condiciones normales de funcionamiento de instalaciones adecuadamente diseñadas y utilizadas mediante la aplicación de las técnicas de prevención y control de la contaminación que se han analizado en las secciones anteriores de este documento. Estos niveles se deben lograr, sin dilución, en al menos el 95% del tiempo que opera la planta o unidad, calculado como proporción de las horas de operación anuales. El incumplimiento de estos niveles debido a las condiciones de

determinados proyectos locales se debe justificar en la evaluación ambiental correspondiente.

Las guías sobre efluentes se aplican a los vertidos directos de efluentes tratados a aguas superficiales de uso general. Los niveles de vertido específicos del emplazamiento pueden establecerse basándose en la disponibilidad y condiciones de los sistemas de tratamiento y recolección de aguas de alcantarillado público o, si se vierten directamente a las aguas superficiales, basándose en la clasificación del uso del agua receptora que se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Las guías sobre emisiones son aplicables a las emisiones procedentes de la combustión. Las guías sobre emisiones procedentes de la combustión relacionadas con centrales de generación de vapor y energía a partir de fuentes con una capacidad igual o inferior a 50 MW se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, y las guías sobre emisiones procedentes de centrales de mayor capacidad se analizan en las **Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para Centrales Térmicas**. En las guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad se proporciona orientación sobre cuestiones ambientales teniendo en cuenta la carga total de emisiones.

Cuadro 1. Guías sobre emisiones a la atmósfera para tableros y productos de madera particulada

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
Material particulado	mg/Nm ³	20 (MDF) 20 (secadores de madera) 50 (otras fuentes)
COV condensables	mg/Nm ³ (como carbono)	130
Formaldehído	mg/Nm ³	20 (secadores de madera) 5 (otras fuentes)

Cuadro 2: Guías sobre efluentes para tableros y productos de madera particulada

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
pH	S.U.	6 - 9
DBO₅	mg/L	50
DQO	mg/L	150
Sólidos suspendidos totales	mg/L	50
Formaldehído	mg/L	10
Temperatura	°C	<3 ^a
Notas: a Al borde de una zona de mezcla científicamente establecida que toma en cuenta la calidad del agua ambiente, el uso del agua receptora, los receptores potenciales y la capacidad de asimilación.		

Uso de los recursos

En el Cuadro 3 se ofrecen ejemplos de indicadores de consumo de recursos de energía, agua y materias primas en el sector. Los valores de referencia de la industria se consignan únicamente con fines comparativos, y cada proyecto debería tener como objetivo lograr mejoras continuas en estas áreas.

Cuadro 3: Consumo de recursos y energía

Insumos por unidad de producto	Unidad carga de masa	Valor de referencia de la industria
Rendimiento de conversión - Madera contrachapada - MDF - Otros	m ³ producto / m ³ madera	55% 90% 95%
Uso de electricidad - MDF - Madera contrachapada - Otros	kWh/m ³	260 280 150
Uso de calor - MDF - Otros	MJ/m ³	1000 630
Uso del agua - MDF - Otros	m ³ agua /m ³ producto	300 100

Seguimiento ambiental

Se llevarán a cabo programas de seguimiento ambiental para este sector en todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto significativo en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Las

actividades de seguimiento ambiental se basarán en indicadores directos e indirectos de emisiones, efluentes y uso de recursos aplicables al proyecto concreto.

La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. El seguimiento deberá recaer en individuos capacitados, quienes deberán aplicar los procedimientos de seguimiento y registro y utilizar un equipo adecuadamente calibrado y mantenido. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas que sean necesarias. Las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen orientaciones adicionales sobre los métodos de muestreo y análisis de emisiones y efluentes.

2.2 Guía sobre higiene y seguridad en el trabajo

Guía sobre higiene y seguridad en el trabajo

Para evaluar el desempeño en materia de higiene y seguridad en el trabajo deben utilizarse las guías sobre exposición que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: guías sobre la concentración máxima admisible de exposición profesional (TLV®) y los índices biológicos de exposición (BEIs®) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)⁵, la Guía de bolsillo sobre riesgos químicos publicada por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH)⁶, los límites permisibles de exposición publicados por la Administración de Seguridad e Higiene en el Trabajo de los Estados Unidos (OSHA)⁷, los valores límite indicativos de

exposición profesional publicados por los Estados miembros de la Unión Europea⁸ u otras fuentes similares.

Tasas de accidentes y letalidad

Deben adoptarse medidas para reducir a cero el número de accidentes entre los trabajadores del proyecto (ya sean empleados directos o personal subcontratado), especialmente los accidentes que pueden causar la pérdida de horas de trabajo, diversos niveles de discapacidad e incluso la muerte. Como punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)⁹.

Seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el entorno laboral del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y realizadas por profesionales acreditados¹⁰ como parte de un programa de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo. En las instalaciones, además, debe llevarse un registro de los accidentes y enfermedades laborales, así como de los sucesos y accidentes peligrosos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los programas de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo.

⁵ Disponibles en: <http://www.acgih.org/TLV/> y <http://www.acgih.org/store/>

⁶ Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

⁷ Disponibles en: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992

⁸ Disponibles en: http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

⁹ Disponibles en: <http://www.bls.gov/iif/> y <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

¹⁰ Los profesionales acreditados pueden incluir a higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.

3.0 Referencias y fuentes adicionales

Academia Americana de Pediatría, Comité de Salud Ambiental. 2004. Ambient Air Pollution: Health Hazards to Children. *Pediatrics* 114 (6) 1699-1707.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 1995. Profile of the Wood Furniture and Fixtures Industry. EPA Office of Compliance. Washington, DC: US EPA. Disponible en:
<http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notes/wood.html>

Borga P., T. Elowson, K. Liukko. 1996. Environmental loads from water-sprinkled softwood timber. 1. Characteristics of an open and a recycling water system. *Environmental Toxicology and Chemistry* 15(6):856-867.

Cao Y. y C.P. Hawkins. 2005. Simulating Biological impairment to evaluate the accuracy of ecological indicators. *Journal of Applied Ecology* 42: 954-965.

Carnegie Mellon University Green Design Institute. 2006. Economic Input-Output Life Cycle Assessment (EIO-LCA) model. Disponible en:
<http://www.eiolca.net/>

Carroll Hatch International. 1996. Energy Efficiency Opportunities in the Solid Wood Industries. Vancouver: Carroll-Hatch International. Disponible en:
<http://oee.mcan.gc.ca/infosource/pdfs/M27-01-828E.pdf>

Chamberlain D, H. Essop, C. Hougaard, S. Malherbe, R. Walker. 2005. Genesis Report Part I: The contribution, costs, and development opportunities of the Forestry, Timber, Pulp and Paper industries in South Africa. Johannesburgo: Genesis Analytics (Pty) Ltd.

Comisión Europea (CE). 2005. Guía de buenas prácticas de carácter no obligatorio para la aplicación de la Directiva 1999/92/CE "ATEX" (atmósferas explosivas). Doc.10817/4/02 EN. Empleo y Asuntos Sociales. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Disponible en: http://ec.europa.eu/employment_social/publications/2004/ke6404175_en.pdf

Crown and Building Research Establishment (BRE). 1999. BRE Environmental Profiles. Disponible en: <http://ciq.bre.co.uk/envprofiles/>

Freshwater Biological Association. 2000. Assessing the Biological Quality of Freshwaters: RIVPACS and other techniques. Eds. Wright J.F., D.W. Sutcliffe y M.T. Furse. Ambleside: Freshwater Biological Association.

Green Triangle Forest Products. 2000. CCA Treated Plantation Pine. Material Safety Data Sheets. Mt Gambier: Green Triangle Forest Products Ltd. Disponible en:
http://www.pinesolutions.com.au/products/MSDS/downloads/cca_treatedpine.pdf

Hansard. 1997. House of Commons written answers for 4 November 1997. Occupational exposure limits and guidelines for formaldehyde. 4 de noviembre de 1997: Column: 141. Londres: Reino Unido (UK) Parlamento. Disponible en: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm199798/cmhansrd/vo971104/text/71104w14.htm>

Health and Safety Executive (HSE), del Reino Unido. 2004. HSE Information Sheet. Safe collection of woodwaste: Prevention of fire and explosion. Woodworking Sheet No. 32. Londres: HSE. Disponible en:
<http://www.hse.gov.uk/pubns/wis32.pdf>

Kellet P. 1999. Report on Wood Biomass Combined Heat and Power for the Irish Wood Processing Industry. Bandon, Cork: Irish Energy Centre Renewable Energy Information Centre.

London Hazards Centre. Wood Based Boards. Factsheet.

Markandya, A. 2004. Water Quality Issues in Developing Countries. Contribution to a Volume on Essays in Environment and Development. Banco Mundial y Universidad de Bath. Ed. J. Stiglitz.

Ministerio de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA) del Reino Unido (UK). 2003. Secretary of State's Guidance for the Particleboard, Oriented Strand Board and Dry Process Fibreboard Sector. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Sector Guidance Note IPPC SG1. Junio de 2003. Londres: DEFRA. Disponible en:
<http://www.defra.gov.uk/environment/ppc/laippc/sq1.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA). 1998. Noise and Nuisance Policy. Health Effect Based Noise Assessment Methods: A Review and Feasibility Study. London: DEFRA. Disponible en:
<http://www.defra.gov.uk/environment/noise/research/health/index.htm>

National Occupational Health and Safety Commission (NOHSC). 1990. Wood Dust: A guide for employers. Canberra: NOHSC.

Oficina de Estadísticas Laborales del Departamento de Trabajo de Estados Unidos (US BLS). 2003. Occupational Injuries and Illnesses (Annual). Incidence rates of nonfatal occupational injuries and illnesses by industry and case types 2003-2005. Disponible en: <http://www.bls.gov/news.release/osh.t07.htm>

Oficina de Evaluación de Riesgos Ambientales a la Salud (OEHA). 1999. Air Toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines. Part III: Determination of Acute Reference Exposure Levels for Airborne Toxicants. Sacramento, CA: OEHA. Disponible en: http://www.oeha.ca.gov/air/hot_spots/index.html

OIT. 1998. Seguridad y salud en el trabajo forestal. Repertorio de Recomendaciones Prácticas de la OIT. Ginebra: OIT. Disponible en: www.oit.org/public/english/protection/safework/cops/spanish/download/s981284.pdf

OIT. Enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo. Safework Bookshelf. Sawmill Processes. Disponible en:
http://www.ilo.org/pubcgi/links_ext.pl?http://www.mtas.es/insht/EncOIT/Index.htm

Pope, C. Arden III, R.T. Burnett, M.J. Thun, E.E. Calle, D. Krewski, K. Ito, G.D. Thurston. 2002. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *Journal of the American Medical Association (JAMA)* 2002;287:1132-1141. Disponible en:
<http://jama.highwire.org/cgi/content/abstract/287/9/1132>

Rynk R. 2000. Fires at Composting Facilities: Causes and Conditions. *Biocycle: Journal of Composting and Recycling* Issue 41(1) January 2000.

Suttie E. 2004. Residuo de madera Management - UK Update. Final Workshop COST Action E22. Environmental Optimisation of Wood Protection. Lisboa, Portugal, 22-23 March, 2004.

Tzanakis N., K. Kallergis, D.E. Bouros, M.F. Samiou y N.M. Siafakas. 2001. Short-term Effects of Wood Smoke Exposure on the Respiratory System among Charcoal Production Workers. *Chest*. 2001;119:1260-1265.

Von Sperling M. A y C.A. de Lemos. 2000. Comparison between wastewater treatment processes in terms of compliance with effluent quality standards. Proceedings XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitaria e Ambiental.

Wood Panel Industries Federation (WPIF). 2004. PanelGuide. Version 2. Disponible en: <http://www.wpif.org.uk/panelguide.asp>

Zenaitis M., K. Frankowski, K. Hall y S. Duff. 1999. Treatment of Run-off and Leachate from Wood Processing Operations. Project Report 1999-4. Edmonton, Canada: Sustainable Forest Management Network.

Anexo A: Descripción general de actividades de la industria

La industria de tableros y productos de madera particulada se dedica a la fabricación de materiales de base maderera y vegetal pegados con adhesivos o aglomerantes, calor y presión. Las presentes guías contienen información relevante sobre la fabricación de tableros y productos de madera particulada, tales como tableros de partículas, tableros de virutas orientadas (OSB), tableros de fibra de densidad media (MDF) y madera contrachapada. Asimismo, existen plantas que fabrican tableros a partir de otras materias primas como el bagazo de caña de azúcar, la paja y el lino.

Procesos de fabricación

El Gráfico A1 ilustra los procesos típicos de fabricación de tableros.

Los insumos de materias primas empleados en el proceso varían según el producto. Para fabricar OSB y madera contrachapada se utilizan troncos de madera. Para los MDF y los tableros de partículas pueden emplearse troncos, aunque también se utilizan residuos procedentes de las serrerías y cada vez es más frecuente el empleo de residuos de madera post consumo como materia prima en la fabricación de los tableros de partículas. La mayoría de los insumos en estas industrias son maderas blandas, aunque para las maderas contrachapadas decorativas y los productos destinados al uso en medios marinos se utilizan maderas duras.

Preparación de los materiales

Los materiales de insumo se preparan mediante el descortezado y astillado, desescamado, descortezado o corte, según las necesidades del producto. El astillado puede realizarse fuera del emplazamiento, donde los insumos son el producto residual procedente de otras operaciones de procesamiento de madera. Las astillas pueden lavarse antes de

su procesamiento aguas abajo, sobre todo durante la fabricación de MDF.

Después de su reducción inicial de tamaño, las partículas (tableros de partículas) o virutas (OSB) se clasifican por tamaño antes de pasar a la fase de secado. Durante la producción de MDF, las astillas se reblandecen cociéndolas en agua y luego se pasan por un refinador, donde quedan reducidas a fibras individuales.

El proceso más frecuentemente empleado en la producción de madera terciada de chapas es el descortezado rotativo y, dependiendo de las especies empleadas, éste viene precedido a su vez de la vaporización de los troncos para aumentar el contenido en humedad y la subsiguiente estabilidad de las hojas descortezadas.

Secado

En la producción de OSB y tableros de partículas, las astillas / escamas se secan en secadores rotativos de varios pasos. Las fibras empleadas para fabricar MDF se secan con aire caliente en un tubo largo, mientras que la chapa empleada para producir madera contrachapada se seca en forma de hojas en un secador de chapas tipo horno. El secado implica un considerable uso de energía y oportunidades para una mayor eficiencia energética, y libera un volumen notable de emisiones a la atmósfera.

Aglutinantes y adhesivos

Los productos se obtienen mediante la adición de adhesivos y aglutinantes a las fibras, astillas, escamas o estera. Las propiedades y grosor de los tableros suelen determinarse en este punto, pudiendo requerir el uso de varias capas de astillas de distinto tamaño, material y orientación.

Prensado / Curado

A continuación, los tableros se prensan y curan por el procedimiento de calentar y prensarlos a temperaturas medias o altas, dependiendo del producto. Existe una amplia gama de prensas disponibles, desde prensas de abertura, que producen pequeños tableros, hasta prensas de abertura única, que producen tableros de gran tamaño que posteriormente se cortan a medida, y prensas de rodillos.

Valor agregado

El procesamiento de valor agregado de los tableros y productos de contrachapado básicos pueden incluir chapas decorativas, o revestimientos impermeables y mecánicamente duraderos tales como la melamina, o productos especializados como marcos de ventana.

Una vez terminada la fabricación del tablero en bruto, pueden llevarse a cabo otros procesos de acabado, incluido el lijado y el manejo y envasado final para su transporte hasta el punto de venta.

Tipos de producto

Madera de contrachapado, tableros laminados y tableros enlistonados

La madera de contrachapado se obtiene a partir de múltiples capas de madera dispuestas en la misma dirección aunque perpendiculares a las capas adyacentes, mientras que los tableros laminados y enlistonados se componen de un núcleo formado por una única capa de chapa de madera en el exterior. Las distintas capas se pegan unas a otras con adhesivos. Los tableros se forman en una prensa y dependiendo de los pegamentos empleados se utilizará una prensa en caliente o, con menos frecuencia, una prensa en frío.

Tableros de partículas

Estos tableros se componen normalmente de astillas de madera blanda aglutinadas con adhesivos de resina o cemento. El tablero se obtiene prensándolo entre placas calientes.

Tableros de virutas orientadas (OSB)

Los tableros de virutas orientadas se desarrollaron originariamente para aprovechar la madera de los árboles de diámetro inferior. Se cortan virutas de madera en la veta, orientándose el corte en múltiples direcciones, y las virutas se recubren luego con una resina aglutinante y se prensan en placas calientes para crear los tableros.

Tableros de fibras prensados en seco

La madera vaporizada se reduce a fibras que pasan entonces a la fase de secado. Las fibras se mezclan con un adhesivo para formar una estera que luego se prensa entre platos calientes. Este proceso da lugar a productos conocidos como MDF (tableros de fibras de densidad media). Los MDF suelen emplearse como molduras decorativas con fines arquitectónicos y pueden revestirse con distintos acabados.

Otras fibras empleadas en la fabricación de tableros

En la fabricación de tableros se emplea una amplia variedad de materias primas distintas de la madera y se utilizan otros aglutinantes además de las resinas. Esto incluye los tableros de bagazo, hechos con caña de azúcar, el cartón paja fabricado con paja de trigo y tableros fibrosos fabricados con pasta de paja de lino. El principal factor logístico en la producción de estos productos es el costo asociado al almacenamiento de grandes cantidades de materiales durante los períodos que no coinciden con la cosecha, que en el caso de muchos insumos puede durar hasta nueve meses. El cemento es el aglutinante preferido para fabricar estos tableros alternativos.

Gráfico A.1: Simplificación de los procesos de fabricación de tableros y productos de

